

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
11 DE 2948297 C2

51 Int. Cl. 1.  
G21 C 15/2  
G 21 C 15/16

21 Aktenzeichen: P 29 48 297.1-33  
22 Anm. Idetag: 30. 11. 79  
43 Offenl. gungstag: 4. 6. 81  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 17. 1. 85

79 P 9 3 6 9 BRD.

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

Kraftwerk Union AG, 4330 Mülheim, DE

61 Zusatz zu: P 28 28 153.0

72 Erfinder:

Schick, Edgar, Dipl.-Ing.; Wisniewski, Peter,  
Ing.(grad.), 8520 Erlangen, DE

56 Im Prüfungsverfahren entgegengehaltene  
Druckschriften nach § 44 PatG:

DE-OS 27 48 160

DE-OS 27 48 159

»VGB-Kernkraftwerks-Seminar 1970«, Essen 1970,  
S. 40-46;

54 Kernreaktor mit einem flüssigen Kühlmittel

DE 2948297 C2

## Patentansprüche:

1. Kernreaktor mit einem flüssigen, wasserstoffhaltigen Kühlmittel in einem Kühlkreis, mit einem Volumenausgleichsbehälter für das Kühlmittel und mit einer Pumpe im Kühlkreis, auf deren Saugseite Wasserstoff in das Kühlmittel eingespeist wird, wobei die Pumpe eine Hochdruckpumpe ist, die aus dem Kühlkreis des Kernreaktors entnommenes Kühlmittel nach einer Reinigung wieder in den Kühlkreis zurückspeist, wobei dem Volumenausgleichsbehälter eine Umgehungsleitung zugeordnet ist, die mit der Saugseite der Hochdruckpumpe in Verbindung steht, und wobei die Einspeisestelle für den Wasserstoff in der flüssigkeitsgefüllten Umgehungsleitung liegt, nach Patent 28 28 153, dadurch gekennzeichnet, daß der Wasserstoff mit einem Flüssigkeitsstrahlverdichter (80) gefördert wird, der mit dem Kühlmittel als Flüssigkeit arbeitet.

2. Kernreaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Strahlverdichter (80) von der Druckseite der Hochdruckpumpe (26) beaufschlagt wird und in einen der Hochdruckpumpe (26) vorgeschalteten Mischer (51) fördert.

3. Kernreaktor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die dem Strahlverdichter (80) zugeordnete Wasserstoffleitung (83) mit einem vor der Hochdruckpumpe (26) liegenden Gasabscheider (58) verbunden ist.

Die Erfindung befaßt sich wie das Hauptpatent 28 28 153 mit einem Kernreaktor mit einem flüssigen, wasserstoffhaltigen Kühlmittel in einem Kühlkreis, mit einem Volumenausgleichsbehälter für das Kühlmittel und mit einer Pumpe im Kühlkreis, auf deren Saugseite Wasserstoff in das Kühlmittel eingespeist wird.

Die Begasung mit Wasserstoff soll der radiolytischen Zersetzung des Kühlmittels im Kernbereich entgegenwirken. Sie ist früher, wie in dem Buch »VGB-Kernkraftwerks-Seminar 1970«, insbesondere Seite 41, für einen Druckwasserreaktor beschrieben ist, mit einem Volumenregelsystem vorgenommen worden, das ständig von einem Teil des Primärkühlwassers durchströmt wird. Dazu wurde der Wasserstoff in den zum Volumenregelsystem gehörenden Volumenausgleichsbehälter eingegeben, in dem er über dem Flüssigkeitsspiegel als als Gaspolster vorhanden ist. Der  $H_2$ -Partialdruck wurde entsprechend der gewünschten Wasserstoffkonzentration im Kühlwasser eingestellt.

Ferner ist in der DE-OS 27 48 160 ein Kernreaktor der eingangs genannten Art angegeben, bei dem die Einspeisung von Wasserstoff im zu begasenden Flüssigkeitsstrom auf der Saugseite einer Förderpumpe vorgenommen wird, um einen vorgebbaren Gasgehalt ohne Freisetzung von Wasserstoff aus dem Volumenausgleichsbehälter zu erzielen. Das Pumpengehäuse dient dabei als Mischstrecke, während die zur Einspeisung vorgesehenen Düsen im Ansaugstutzen des Pumpengehäuses, aber auch im Pumpenlaufrad selbst, vorgesehen sind. Dabei ist jedoch nicht gesagt, um welche der vielen Pumpen im Kühlkreis des Kernreaktors es sich handelt.

In der DE OS 27 48 159 ist auch noch die Begasung mit Hilfe einer sogenannten Blasensäule angegeben, die von der zu begasenden Flüssigkeit durchströmt wird.

Die Blasensäule ist ein gegenüber der Rohrleitung stark erweiterter Behälter, der statische Mischer enthält. Über seine Anordnung im Kühlkreis des Reaktors sind ebenfalls keine Angaben gemacht.

5 Mit dem Hauptpatent 28 28 153 wird für den eingangs genannten Kernreaktor vorgeschlagen, daß die Pumpe eine Hochdruckpumpe ist, die aus dem Kühlkreis des Kernreaktors entnommenes Kühlmittel nach einer Reinigung wieder in den Kühlkreis zurückspeist, daß dem Volumenausgleichsbehälter eine Umgehungsleitung zugeordnet ist, die mit der Saugseite der Hochdruckpumpe in Verbindung steht, und daß die Einspeisestelle für den Wasserstoff in der flüssigkeitsgefüllten Umgehungsleitung liegt. Dies ergibt unter anderem den Vorteil, daß der Wasserstoff auf einem niedrigen Druckniveau eingespeist werden kann. Dennoch ist die Einspeisung trotz Verwendung einer für die Volumenregelung notwendigen Pumpe unabhängig von dem sonstigen Betrieb der Pumpe.

Die Erfindung geht von der Aufgabe aus, mit einer vorteilhaften Weiterbildung der Anordnung nach dem Hauptpatent zu erreichen, daß die Wasserstoffdosierung mit einer sogenannten passiven Komponente möglich ist, d. h. mit einer Komponente, die keinen eigenen Antriebsmotor erfordert. Dies gelingt dadurch, daß der Wasserstoff mit einem Flüssigkeitsstrahlverdichter gefördert wird, der mit dem Kühlmittel als Flüssigkeit arbeitet.

Mit der Erfindung kann ein mechanisch angetriebener Verdichter vermieden werden, der bei dem Ausführungsbeispiel nach dem Hauptpatent noch in Form eines Membrankompressors vorgesehen ist. Diese Vereinfachung steigert weiterhin die Betriebssicherheit.

Der Strahlverdichter wird vorzugsweise von der Druckseite der Hochdruckpumpe beaufschlagt und fördert in einen der Hochdruckpumpe vorgeschalteten Mischer. Mit der Hochdruckpumpe steht ein solches Druckgefälle für die den Wasserstoff fördernde Flüssigkeit des Flüssigkeitsstrahlverdichters zur Verfügung, daß in jedem Fall die zur Begasung gewünschte Wasserstoffmenge gefördert werden kann. Damit wird die Hochdruckpumpe sozusagen noch ein weiteres Mal, nämlich für den Antrieb des Flüssigkeitsstrahlverdichters, benutzt.

Die dem Strahlverdichter zugeordnete Wasserstoffleitung kann mit einem vor der Hochdruckpumpe liegenden Gasabscheider verbunden sein, so daß der Strahlverdichter zunächst mit dem im Kühlmittel vorliegenden ungemischten, d. h. blasenförmig transportierten Wasserstoff beaufschlagt wird, bevor weiterer, also zusätzlicher Wasserstoff für die Begasung eingesetzt wird.

Zur näheren Erläuterung der Erfindung wird anhand der Zeichnung ein Ausführungsbeispiel beschrieben, das einen Ausschnitt aus dem Volumenregelsystem eines Druckwasserreaktors zeigt, wie es mit weiteren Einzelheiten aus der Beschreibung des Ausführungsbeispiels des Hauptpatents hervorgeht.

Parallel zu der Umgehungsleitung 40, die über einen Mischer 51 und einen Gasabscheider 58 zur Hochdruckpumpe 26 verläuft und ihrerseits parallel zu dem Volumenausgleichsbehälter 2 liegt, ist ein Flüssigkeitsstrahlverdichter 80 angeordnet, der über ein Stellventil 81 mit der Druckseite der Hochdruckpumpe 26 verbunden ist und, wie der Pfeil 82 zeigt, in den vor dem Mischer 51 liegenden Bereich der Umgehungsleitung 40 fördert. Der Strahlverdichter 80 ist über eine Gasleitung 83 mit dem Dom des Gasabscheiders 85 verbunden. An diese

Gasleitung 83 ist über ein Ventil 84 eine nicht dargestellte Wasserstoffquelle angeschlossen, mit der der Strahlverdichter in Richtung des Pfeiles 85 mit Wasserstoff beaufschlagt werden kann. Ein Ventil 86, das über ein Verbindungsstück 87 ebenfalls zu der Gasleitung 83 führt, gestattet bei Bedarf die Zudosierung von Stickstoff mit dem gleichen Flüssigkeitsstrahlverdichter 80. 5

Die den Treibwasserstrom durch den Flüssigkeitsstrahlverdichter in Gang setzende Druckdifferenz beträgt etwa 20 bar, die durch den Strahlverdichter 80 fließende Treibwassermenge beträgt zum Beispiel 0,5 m<sup>3</sup>/h. Damit kann ein Gasstrom von 1,3 m<sup>3</sup>/h bei einer maximalen Druckdifferenz von 2 bar gefördert werden. 10

Der zur Begasung eingesetzte Flüssigkeitsstrahlverdichter 80 kann auch mit Treibflüssigkeit versorgt werden, die zum Beispiel aus der Sperrwasserversorgung der Hauptkühlmittelpumpen stammt, wie sie bei einem Druckwasserreaktor üblicherweise vorhanden, in der Figur jedoch nicht dargestellt ist. Hier ist aber möglicherweise mit größeren Druckschwankungen während des An- und Abfahrens der Anlage zu rechnen. Zur Einhaltung geeigneter Weise von Treibwasserstrom oder -druck kann eine elektrische oder vorzugsweise mediumgesteuerte Regelung dienen, deren Stellglied, das Ventil 81, im Prinzip auch baulich in den Strahlverdichter 80 integriert sein kann. 25

Der in der Leitung 83 geförderte Gasstrom kann grundsätzlich auch mit einem nicht dargestellten Regelventil oder Drosselorgan auf einem geeigneten Wert gehalten werden. Unter Umständen kann dabei ein kritisches Druckverhältnis zwischen dem Dom des Gasabscheiders 58 und dem Sauganschluß des Strahlverdichters 80 ausgenutzt und zum Beispiel eine Fstdrossel oder eine Registerdrossel eingesetzt werden. 35

Die erfindungsgemäße Verwendung einer Flüssigkeitsstrahlpumpe mit dem zu begasenden Kühlmittel als Treibwasser ergibt jedoch in jedem Fall den großen Vorteil, daß keine aktiven Einrichtungen benötigt werden, d. h. kein besonderer Antriebsmotor. 40

---

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

---

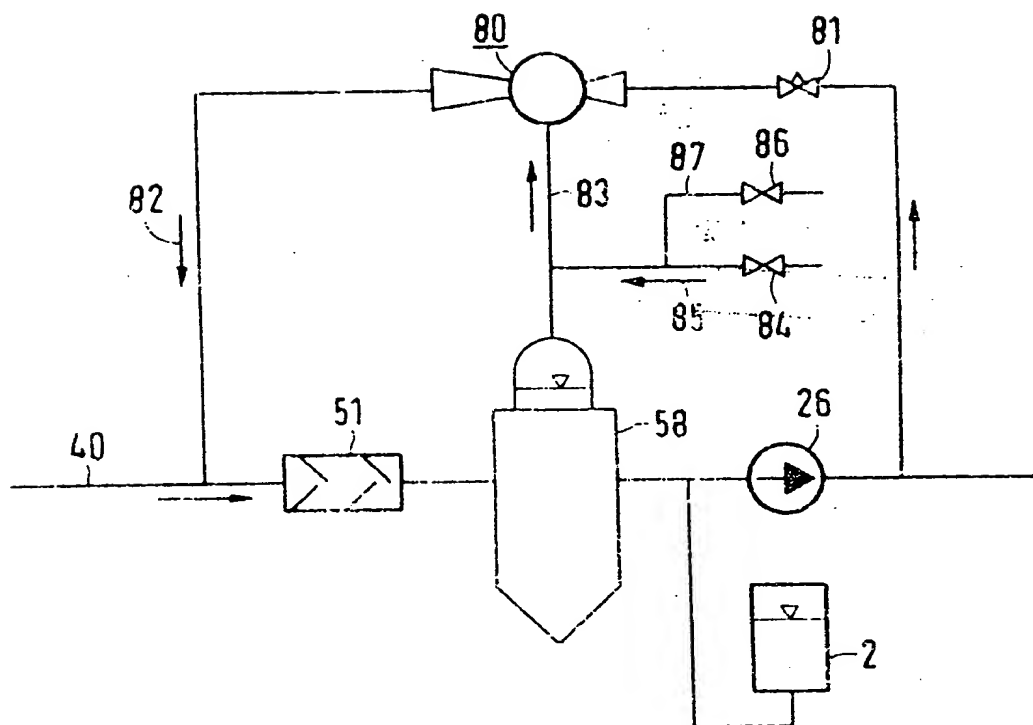
45

50

55

60

65



Doc  
 2  
 A  
 A.9. 1985  
 0011-250 (P20)  
 0011-250 (P20)